



118 672378

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1995年 9月26日

出願番号
Application Number:

平成 7年特許願第247897号

出願人
Applicant(s):

宇部興産株式会社

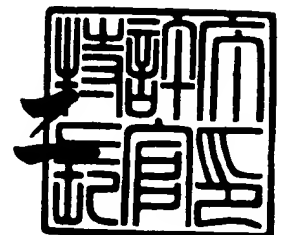
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

1996年 2月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

清川 佑



【書類名】 特許願

【整理番号】 KT-P950913

【提出日】 平成 7年 9月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B22D 17/00
B22D 21/04

【発明の名称】 半溶融金属の成形方法

【請求項の数】 5

【発明者】
【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械製作所内

【氏名】 安達 充

【発明者】
【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械製作所内

【氏名】 佐藤 智

【特許出願人】
【識別番号】 000000206

【氏名又は名称】 宇部興産株式会社

【代表者】 長廣 眞臣

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 012254

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半熔融金属の成形方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 液相線温度に対して過熱度が50℃以内に保持された互いに融点の異なる2種以上の液体状態の合金を、断熱効果を有する断熱容器の中において直接混合するか、あるいは、断熱容器に注ぎ込む経路の樋において混合し、混合後の金属の温度を液相線直上あるいは液相線直下の温度とし、該断熱容器内において該金属を所定の液相率を示す成形温度まで冷却しつつ5秒～60分間保持することにより、液中に発生した微細な結晶を非樹枝状の形態に晶出させ、該金属を成形金型に供給して加圧成形することを特徴とする半熔融金属の成形方法。

【請求項2】 混合後の金属を、最大固溶限内組成のアルミニウム合金または最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金とした請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項3】 混合後の金属を、最大固溶限内組成のマグネシウム合金とした請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項4】 混合後の金属を、混合後の金属のBおよびTiの組成をそれぞれ0.0005～0.01%、0.003～0.30%とするアルミニウム合金とした請求項2記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項5】 混合する2種以上の金属を、あらかじめそれぞれ冷却部を有する治具に接触させ、液相線温度直上あるいは液相線温度直下になった結晶該を有する互いに融点の異なる金属とした請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半熔融金属の成形方法に係り、特に、液相線温度に対して過熱度が50℃以内に保持された互いに融点の異なる2種以上の液体状態の合金を混合し、混合後の金属の液中に発生した微細な結晶を非樹枝状の形態に晶出させ、該金属を成形金型に供給して加圧成形する半熔融金属の成形方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

チクソキャスト法は、従来の鑄造法に比べて鑄造欠陥や偏析が少なく、金属組織が均一で、金型寿命が長いことや成形サイクルが短いなどの利点があり、最近注目されている技術である。この成形法（A）において使用されるビレットは、半熔融温度領域で機械攪拌や電磁攪拌を実施するか、あるいは加工後の再結晶を利用することによって得られた球状化組織を特徴とするものである。これに対して、従来鑄造法による素材を用いて半熔融成形する方法も知られている。これは、例えば、等軸晶組織を発生しやすいマグネシウム合金においてさらに微細な結晶を生じせしめるためにZrを添加する方法（B）や炭素系微細化剤を使用する方法（C）であり、またアルミニウム合金において微細化剤としてAl-5%Ti-1%B母合金を従来の2倍～10倍程度添加する方法（D）であり、これら方法により得られた素材を半熔融温度域に加熱し初晶を球状化させて成形する方法である。また、固溶限以内の合金に対して、固相線近くの温度まで比較的急速に加熱した後、素材全体の温度を均一にし局部的な溶融を防ぐために、固相線を超えて材料が柔らかくなる適当な温度まで緩やかに加熱して成形する方法（E）が知られている。

【0003】

一方、ビレットを半熔融温度領域まで昇温し成形する方法と異なり、球状の初晶を含む融液を連続的に生成し、ビレットとして一旦固化することなく、そのままそれを成形するレオキャスト法（F）が知られている。

また、金属組織の微細化法として、微細化元素を添加したり、振動、攪拌を利用する従来の方法以外に、異種の金属あるいは組成の異なる同一種の合金を、溶液もしくは一部固相を含む溶液の状態で、鑄型あるいは注入樋において混合することにより、結晶核を発生させ直ちに鑄型内で凝固させて微細化する方法（G）が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した（A）の方法は攪拌法や再結晶を利用する方法のいずれ

れの場合も煩雑であり、製造コストが高くなる難点がある。また、マグネシウム合金においては（B）の方法の場合には、Zrが高くコスト的に問題であり、（C）の方法では、炭化物系微細化剤を使用してその微細化効果を十分に発揮させるためには、酸化防止元素であるBeを、例えば、7ppm程度に低く管理する必要がある、成形直前の加熱処理時に酸化燃焼しやすく、作業上不都合である。

一方、アルミニウム合金においては、単に微細化剤を添加するだけでは500 μ m程度であり、100 μ m以下の微細な結晶粒の組織を得ることは容易ではない。このため、多量に微細化剤を添加する方法（D）があるが、微細化剤が炉底に沈降しやすく工業的には難しく、かつコストも高い。さらに（E）の方法では、固相線を超えてから緩やかに加熱して素材の均一加熱と球状化を図ることを特徴とするチクソ成形法が提案されているが、通常のデンドライト組織を加熱してもチクソ組織（初晶デンドライトが球状化されている）には変化しない。

【0005】

しかも（A）～（E）のいずれのチクソ成形法においても半熔融成形するために、一旦液相を固化しそのピレットを再度半熔融温度領域まで昇温する必要がある、従来鑄造法に比べてコスト高になる。また、（F）の方法では、球状の初晶を含む融液を連続的に生成供給するため、コスト的、エネルギー的にもチクソキャストよりも有利であるが、球状組織と液相からなる金属原料を製造する機械と最終製品を製造する鑄造機との設備的連動が煩雑である。

【0006】

（G）の方法の微細化機構はまだ定かではないが、（a）混合後形成された新組成の金属が過冷状態になること、あるいは、（b）高液相線温度の溶液がその高い液相線温度を維持したまま冷却され過冷状態になることが報告されており、このために微細な結晶が得られる。しかし、より微細な組織を得るためには、先に鑄型に注いだ溶湯がその一部に凝固殻を形成することが効果的なこと、2液相混合させてそのまま凝固させた鑄塊中には高液相合金の初期組成を有する島状集団の組織が観察されることが知られており、混合の鑄塊の組織の均一性に問題が残る。

本発明は、上述の従来の方方法の問題点に着目し、ピレットを使用することな

く、しかも、煩雑な方法をとることなく、簡便容易に、球状化した初晶を含む均一な組織を有する半熔融金属を得て、加圧成形する方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

このような課題を解決するために、本発明においては、第1の発明では、液相線温度に対して過熱度が50℃以内に保持された互いに融点の異なる2種以上の液体状態の合金を、断熱効果を有する断熱容器の中において直接混合するか、あるいは、断熱容器に注ぎ込む経路の樋において混合し、混合後の金属の温度を液相線直上あるいは液相線直下の温度とし、該断熱容器内において該金属を所定の液相率を示す成形温度まで冷却しつつ5秒～60分間保持することにより、液中に発生した微細な結晶を非樹枝状の形態に晶出させ、該金属を成形金型に供給して加圧成形することとした。

また、第2の発明では、第1の発明における混合後の金属を、最大固溶限内組成のアルミニウム合金または最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金とした。

さらに、第3の発明では、第1の発明における混合後の金属を、最大固溶限内組成のマグネシウム合金とした。

また、第4の発明では、第2の発明における混合後の金属を、混合後の金属のBおよびTiの組成をそれぞれ0.0005～0.01%、0.003～0.30%とするアルミニウム合金とした。

第5の発明では、第1の発明において、混合する2種以上の金属を、あらかじめそれぞれ冷却部を有する治具に接触させ、液相線温度直上あるいは液相線温度直下になった結晶該を有する互いに融点の異なる金属とした。

【0008】

【発明の実施の形態】

液相線温度に対して過熱度が50℃以内に保持された互いに融点の異なる2種以上の液体状態の合金を、断熱効果を有する断熱容器の中において直接混合するか、あるいは、断熱容器に注ぎ込む経路の樋において混合し、混合後の金属の温

度を液相線直上あるいは液相線直下の温度とし、該断熱容器内において該金属を所定の液相率を示す成形温度まで冷却しつつ5秒～60分間保持することにより、液中に発生した微細な結晶を非樹枝状の形態に晶出させ、該金属を成形金型に供給して加圧成形するようにしたので、発生した不均一な組織がなくなり、均質な組織の成形体を得られる。

【0009】

【実施例】

以下図面に基づいて本発明の実施例の詳細について説明する。図1～図5は本発明の実施例に係り、図1は亜共晶アルミニウム合金の半溶融金属の成形方法を示す工程説明図、図2は球状の初晶の生成から成形までの工程説明図、図3は図2に示した各工程における金属組織模式図、図4は本発明の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図、図5は比較例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【0010】

本発明においては、図1に示すように、まず

(1) 液相線温度に対して過熱度が50℃以内に保持された互いに融点の異なる2種以上の液体状態の合金を、断熱効果を有する断熱容器の中において直接混合するか、あるいは、断熱容器に注ぎ込む経路の樋において混合し、液中に結晶核を発生させ、あるいは、

(2) 混合する金属の1種以上にTi、Bを添加した(1)記載の方法でより多くの結晶核を発生させ、

(3) あるいは、図2に示すように、混合する金属をそれぞれ冷却板に接触させて結晶核を発生させ、液相線温度直上あるいは液相線温度直下になった該金属を、断熱効果を有する断熱容器の中に直接あるいは断熱容器に至る樋において混合し、さらに液中にて結晶核を発生させる。

このようにして、(1)～(3)で得られたこれらの金属を、この断熱容器内にて所定の液相率を示す成形温度まで冷却しつつ5秒～60分間保持することにより、液中に発生した微細な結晶を非樹枝状の形態で晶出させ、該金属を成形金型に供給して加圧成形する。

【0011】

所定の液相率とは、加圧成形に適する液相の量比を意味し、ダイキャスト鑄造、スクイズ鑄造などの高圧鑄造では液相率は20～90%、好ましくは30～70%（30%未満では素材の成形性が劣り、70%以上になると素材が軟らかいためハンドリングが難しいばかりでなく、均一な組織が得にくくなる）とし、押出法や鍛造法では、0.1%～70%、好ましくは0.1%～50%（50%以上では組織の不均一が生じる惧れがある）とする。

また、本発明でいう断熱容器とは、金属製容器または非金属製容器とするか、あるいは半導体を含む非金属材料を表面に塗布した金属製容器、もしくは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製容器とし、かつ、該容器の内部あるいは外部から該容器の加熱または冷却が可能なものである。

【0012】

具体的には以下のとおりの手順により作業を進める。図2および図3の工程[1]においてラドル10内に入れられた完全液体である2種類の溶湯金属A、Bを断熱効果を有する断熱容器、すなわち、セラミック製容器30（または、セラミックコーティング金属容器30A）に注ぐ。これにより、多数の結晶核を含む液相線直下あるいは液相線直上の合金を得る。溶湯金属A、Bの注ぎ方は、同時であってもよいし、またいずれかを先に注いでから他方を後に注いでもよい。また、断熱容器30の中に隔壁を設けてその各々の区画領域に溶湯金属A、Bをそれぞれ注いだ後、瞬時にこの隔壁を取り除いて両溶湯金属A、Bを接触させる方法でもよい。また、混合する前に冷却用治具20に溶湯金属Aまたは溶湯金属Bをそれぞれ接触させて多数の結晶核を発生させることは、より多くの結晶を生成させるうえで効果的である。（図2に表示の工程[1A]）。

【0013】

次に、工程[2]では、断熱容器30において混合合金Cを半熔融状態で保存する。この間、工程[1]または工程[1A]において導入された結晶核から極めて微細な初晶が生成し（工程[2]-a）、混合合金Cの温度低下に伴う固相率の増加につれて球状の初晶として成長する（工程[2]-b、工程[2]-c）。このようにして得られた所定の液相率を有する混合合金Cを、たとえば、工

程〔2〕-dのように射出スリーブ40に挿入した後ダイキャストマシンの金型キャビティ50a内で加圧成形して成形品を得る。

【0014】

図1、図2、図3に示す本発明と従来のチクソキャスト法、レオキャスト法の違いは図より明らかである。すなわち、本発明では従来法のように、半溶融温度領域で晶出したデンドライト状の初晶を機械攪拌や電磁攪拌で強制的に破碎球状化することではなく、半溶融温度領域での温度低下とともに液中に導入された結晶核を起点として晶出、成長する多数の初晶が合金自身が持っている熱量により（必要に応じて外部から加熱保持されることも有り得る）連続的に球状化されるものであり、また、チクソキャスト法におけるビレットの再昇温による半溶融化の工程が省かれているため極めて簡便な方法である。

【0015】

上述した各工程、すなわち、図1に示す冷却用治具20への注湯工程、初晶の生成、球状工程、成形工程のそれぞれにおいて設定された鑄造条件、球状化条件および成形条件や第4の発明で示した数値限定理由について以下に説明する。

混合する液体状態の溶湯金属A、Bの温度が液相線温度に対して過熱度が50℃を超える場合、混合した直後の金属の温度が混合後に生成された混合合金Cの液相線温度の直上あるいは液相線温度直下にならないために、断熱容器30内にて保持した場合粗大な樹枝状の組織が発生し、均一な球状に近い非樹枝状の組織が得られない。このため、混合する液体状態の溶湯金属A、Bの温度を50℃以内にする。なお、混合後に生成された金属の液相線温度の直上あるいは液相線温度直下とは、液相線温度から15℃低い温度以上で液相線温度よりも15℃高い温度以下とする。また、ここでいう混合する液体状態の金属とは合金も含まれる。また、混合後このような温度範囲に低下した金属を保持する断熱容器30は、発生した結晶核を非樹枝状（球状に近い）の初晶に成長させ、所定の時間後に希望の液相率にするために、断熱効果を有するものとする。その材質は金属に限定されるものではなく、保温性を有し、しかも溶湯との濡れ性が悪いものが好ましい。また通気性のあるセラミック容器を断熱容器30として使用する場合、マグネシウム合金では酸化、燃焼しやすいため、容器外部を所定の雰囲気にすること

が望ましい。

【0016】

断熱容器での保持時間は、5秒未満であれば希望する液相率を示す温度にすることが容易でなく、また球状の初晶を生成することは困難である。また、均一な温度分布の半熔融金属が得られない。一方、保持時間が60分を超えると生成した球状初晶が粗くなる。

なお、高圧鑄造では成形直前の液相率が20%未満では成形時の変形抵抗が高く、良好な品質の成形品を得ることができない。また、90%を超えると均一な組織を有する成形品を得ることができない。このため、前述したとおり、成形時の液相率は20~90%、さらに好ましくは30~70%にすることにより、高品質な成形材を容易に加圧成形することができる。加圧成形する手段としては、スクイズ鑄造法やダイキャスト鑄造法に代表される高圧鑄造法に限定されるものではなく、押出法、鍛造法などの加圧成形する種々の方法が含まれる。

【0017】

互いに異なる液相線温度を有する2種以上のアルミニウム合金を混合し、断熱容器30中に保持することにより、微細な球状組織を有する半熔融金属を得ることは可能であるが、さらに多数の結晶核を発生させ均一でより微細な球状組織を得るために、アルミニウム合金においてはTi、Bを添加する。混合後の金属のTiの組成が0.003%未満では微細化効果は小さく、0.30%を超えれば粗大なTi化合物が発生し延性が低下するので、Tiは0.003%~0.30%とする。混合後の金属CのBはTiと相俟って微細化を促進するが0.0005%未満であれば、微細化効果は小さく、0.01%を超えて添加してもそれ以上の効果を期待できないので、Bは0.0005%~0.01%とする。

混合する前に溶湯金属A、Bをあらかじめ接触させる冷却部を有する治具20は、溶湯の温度を低下させることができればその材質を限定するものではないが、特に熱伝導率の高い銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金などの金属で、しかも一定の温度以下に維持できるように冷却管理されたものは結晶核を多く生成するので好ましい。冷却用治具20に接触させた溶湯金属A、Bの温度を液相線直上あるいは直下になるようにするために、液相線温度に対する過熱度を

300℃未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることが望ましい。好ましくは液相線温度に対する過熱度を100℃未満、さらに好ましくは50℃未満とする。

【0018】

表1に半熔融金属の生成条件および成形材の品質を示す。成形は図2に示すように半熔融金属をスリーブに挿入し、その後スクイズ鑄造機を用いて行なった。成形条件は、加圧力950 kgf/cm²、射出速度1.5 m/s、製品キャビティ形状100×150×10、金型温度230℃とした。

比較例9では、保持時間が長いために初晶のサイズが大きい。比較例10では、混合するときの合金の温度が高いために混合後の温度も高くなり、結晶核の数が少なくデンドライト状の初晶しか得られない。比較例11では、保持時間が短く液相率が高いために成形品内部の偏析が大きい。

一方、本発明例1～8では、図4に示すような150 μm以下の微細な球状の初晶を有する均質な組織が得られ、しかも内部偏析のない成形体を得られる。

【0019】

【表1】

	混合する合金組成とその割合				混合直前の温度 (℃)		混合直後の合金 の温度 (℃)	冷却板 使用	TiB添加	保 持 時 間 (分)	半溶融金属中の 結 晶		内 部 偏 所	
	合金① 組成(%)	合金① 割合(%)	合金② 組成(%)	合金② 割合(%)	合金①	合金②					形 態	サ イ ズ		
No.														
本 発 明 例	1	9Si	50	5Si	50	5	10	1	-		8.0	○	100	無
	2	5Si	50	9Si	50	5	5	0	-		8.2	○	115	無
	3	9Si	50	5Si	50	4	7	2	-		7.7	○	120	無
	4	9Si	70	3Si	30	15	20	5	-		8.0	○	150	無
	5	11Si	30	5Si	70	5	5	3	-		9.3	○	120	無
	6	9Si	50	5Si	50	0	1	-15	○		5.9	○	70	無
	7	9Si	50	5Si	50	5	10	1	-	16	7.9	○	85	無
	8	11Al	50	7Al	50	10	10	3	-		3.5	○	80	無
	9	9	50	5	50	5	10	1	-		70	○	280	-
	10	9	50	5	50	70	60	30	-		15.2	×	-	有
	11	9	50	5	50	10	10	3	-		0.06	○	15	有
比 較 例														

- *1 左記の合金からセラミック容器に挿入
No.8合金 Mg-Al系合金
それ以外 Al-Si系合金
- *2 各合金の融点に対する過熱度を示す。
混合により生成された合金の融点に対する過熱度を示す。
(Al-7%Si合金:615°C (融点)
Mg-8%Al-0.6%Zn合金:505°C (融点))
- *3
- *4 合金 (Al-7%Si) の温度が 585°Cになるまでの時間
合金 (Al-7%Si) の温度が 580°Cになるまでの時間
初晶の形が球状 ○
初晶の形がデンドライト状 ×
- *5
- *6 Ti 0.15%
B 0.005%

【0020】

【発明の効果】

以上説明したことからも明らかなように、本発明に係る半熔融金属の成形方法では、(1) 液相線温度に対して過熱度が50℃以内に保持された融点の異なる液体状態の金属を断熱効果を有する断熱容器の中において直接混合あるいは断熱容器に注ぎ込む樋にて混合し、混合後の金属の温度を液相線直上あるいは液相線直下とし、断熱容器内にて該金属を所定の液相率を示す成形温度まで冷却しつつ5秒～60分間保持することにより、あるいは(2) 混合する金属を、あらかじめ冷却部を有する治具に接触させ液相線温度直上あるいは直下になった結晶核を有する融点の異なる金属とし、上記(1)の方法により混合、保持することにより、結晶核を発生させ、微細かつ球状化した初晶を該金属液中に発生させ、所定の液相率になった半熔融状態の該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、従来の機械攪拌法、電磁攪拌法によらず、簡便容易、かつ低コストで微細かつ球状の組織を有する成形体を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る亜共晶アルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図である。

【図2】

本発明に係る球状の初晶の生成から成形までの工程説明図である。

【図3】

図2に示した各工程の金属組織模式図である。

【図4】

本発明例の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【図5】

比較例の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【符号の説明】

- 10 ラドル
- 20 冷却用治具
- 30 断熱容器（セラミック製容器）
- 30A セラミックコーティング金属容器

40 射出スリーブ

50 金型

50a 金型キャビティ

A 溶湯金属

B 溶湯金属

C 混合合金

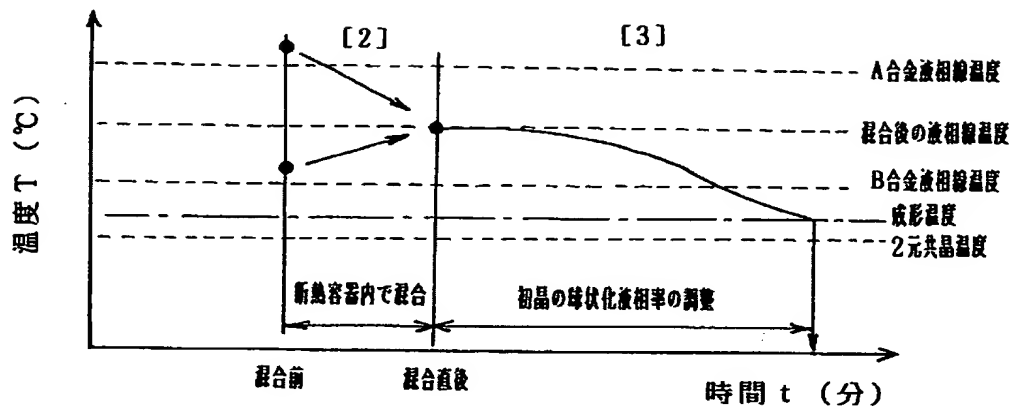
t 時間

T 温度

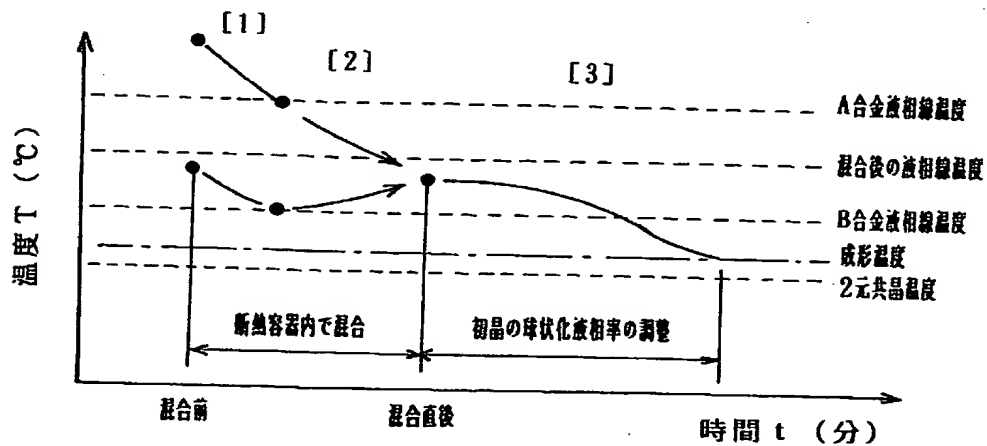
【書類名】 図面

【図 1】

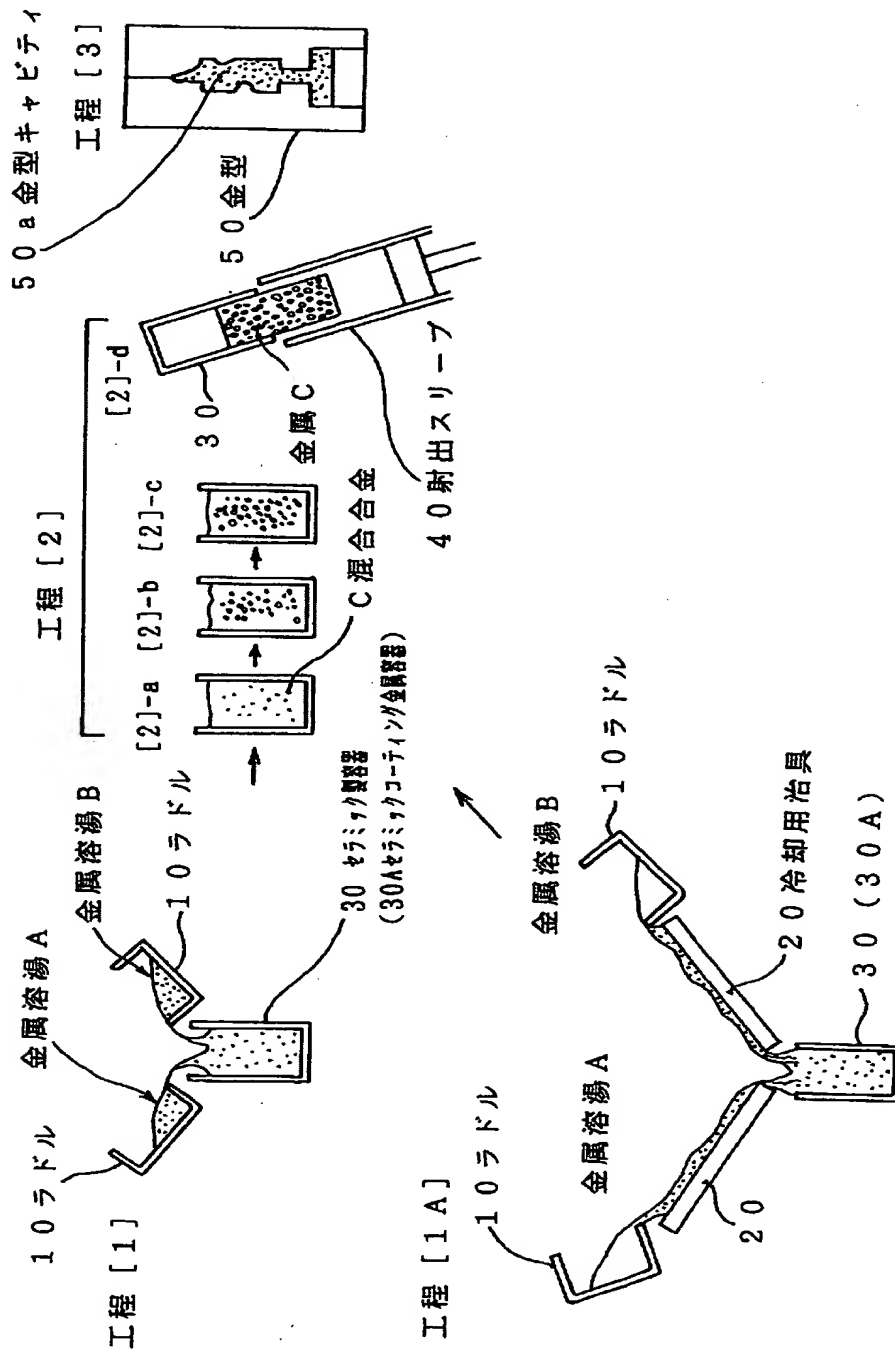
(a) 溶湯金属 A、B 2 種類の液体を混合した場合



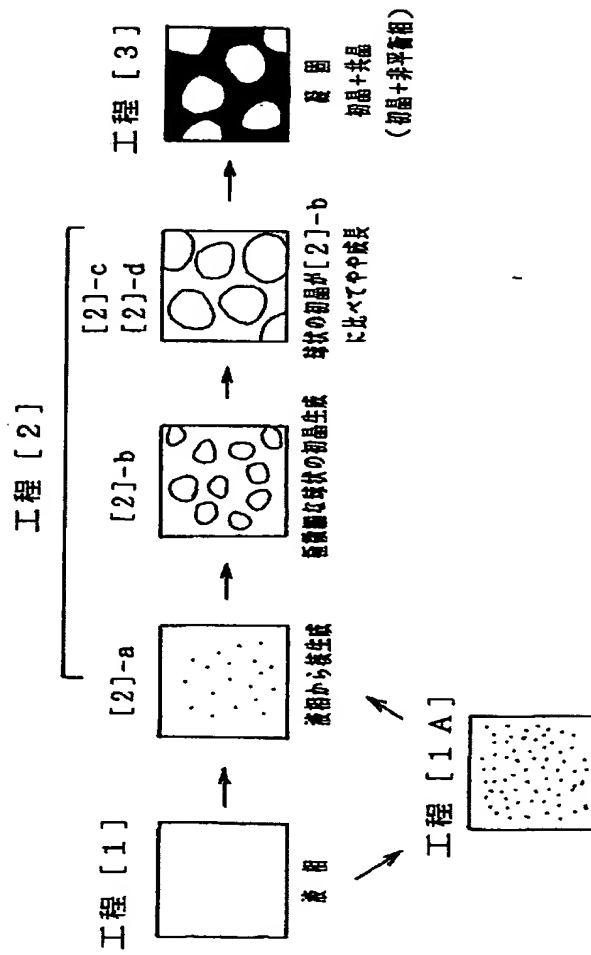
(b) 冷却板で一旦冷却した後、溶湯金属 A、B 2 種類の金属 (結晶核を含む) 混合した場合



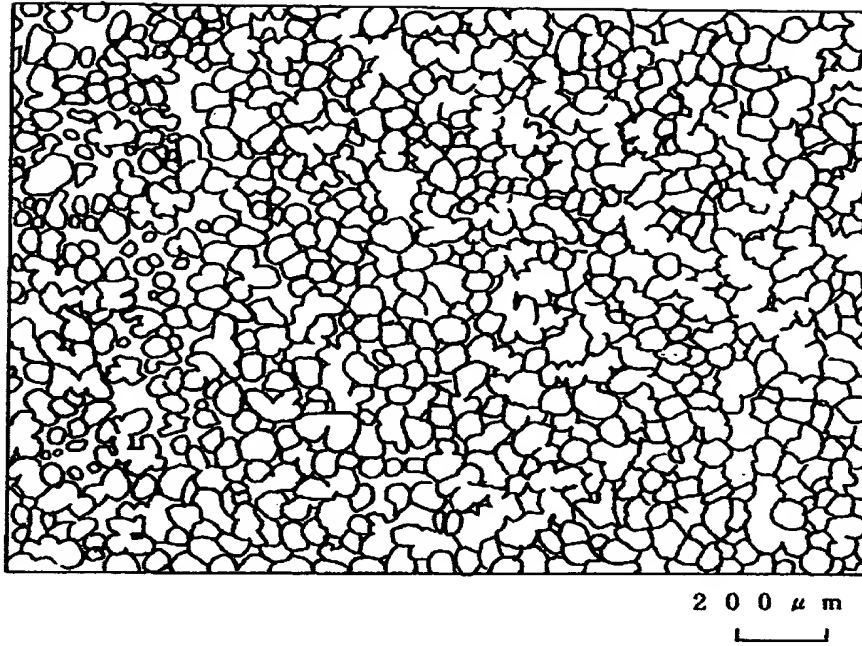
【図2】



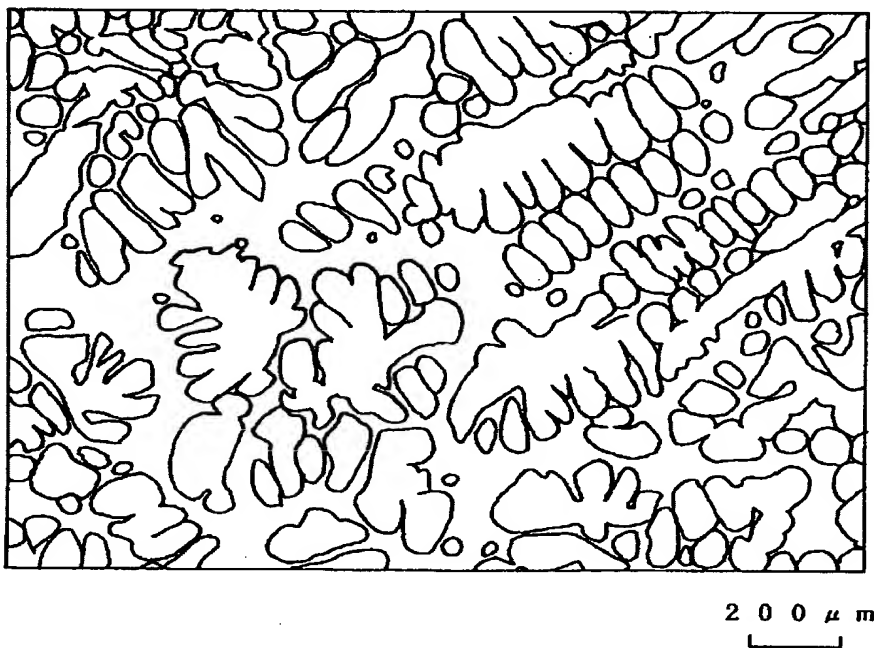
【図3】



【图4】



【图5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の機械攪拌法や電磁攪拌法によらず、簡便容易に、かつ、低コストで微細かつ球状のチクソ組織を有する成形体を得られる半熔融金属の成形方法を提案するものである。

【解決手段】 液相線温度に対して過熱度が50℃以内に保持された互いに融点の異なる2種以上の液体状態の合金を、断熱効果を有する断熱容器の中において直接混合するか、あるいは、断熱容器に注ぎ込む経路の樋において混合し、混合後の金属の温度を液相線直上あるいは液相線直下の温度とし、該断熱容器内において該金属を所定の液相率を示す成形温度まで冷却しつつ5秒～60分間保持することにより、液中に発生した微細な結晶を非樹枝状の形態に晶出させ、該金属を成形金型に供給して加圧成形するものである。

【選択図】 図2

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

申請人

【識別番号】

000000206

【住所又は居所】

山口県宇部市西本町1丁目12番32号

【氏名又は名称】

宇部興産株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000206]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 山口県宇部市西本町1丁目12番32号

氏 名 宇部興産株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.